

Pourquoi ça coule, pourquoi ça flotte ? Eurêka !

La poussée d'Archimède à hauteur d'enfant

Cette série d'expériences permet une approche complète et vivante des sciences à l'école. L'approche proposée permet de s'appuyer sur la curiosité des élèves, afin de leur faire découvrir la science autrement, et ici précisément, les faire accéder au concept de **flottabilité**.

Le concept de « poussée d'Archimède » ne sera nommé qu'en toute fin de séquence, car il n'est pas explicitement cité dans les programmes de l'Éducation nationale. Dans ces derniers, on trouve : « *Mesurer le volume d'un liquide et mesurer celui d'un solide par déplacement de liquide* ».

Afin de permettre aux élèves d'expérimenter et de construire leurs connaissances de manière progressive, les concepts de « volume » et de « poussée » sont introduits de manière adaptée.

Manier des concepts scientifiques demande une expertise et une représentation du monde structurée et solide. Les séances proposées aideront vos élèves à construire leurs connaissances à leur rythme, avec votre aide, en se basant sur une démarche scientifique progressive et construite de manière graduelle, à partir de questionnements simples et d'expériences balisées.

LA DÉMARCHE SCIENTIFIQUE, QU'EST-CE QUE C'EST ?

C'est la méthode utilisée par les scientifiques pour parvenir à comprendre et à expliquer le monde qui nous entoure. Elle se déroule en plusieurs étapes : l'observation et la formulation d'une question, puis proposition de différentes hypothèses, c'est-à-dire des tentatives d'explications que l'on peut tester expérimentalement et qui seront ainsi validées ou invalidées.

Après chaque expérimentation, une conclusion s'impose. On pourra donc définir « une loi », ou plus simplement une généralisation, pour pouvoir passer du cas particulier de l'expérience à un savoir que l'on pourra utiliser dans d'autres conditions similaires.

Pour être un(e) vrai(e) petit(e) scientifique, il faut donc :

- Formuler une question de départ.
 - Faire des hypothèses à partir de la question posée par l'enseignant(e). Quelles sont tes réponses à la question posée ? À quoi t'attends-tu ? Que répondrais-tu instinctivement ?
 - Mettre en place des expériences, observer. Le protocole expérimental peut être déduit après plusieurs essais/erreurs avec le groupe classe. Mais ici, nous proposons un protocole efficace qui permet à l'enseignant(e) de maîtriser toutes les étapes.
 - Analyser et conclure : Quelle hypothèse est validée ? On peut maintenant répondre à la question posée.
- **Attention !** Pour aller plus loin et être un scientifique rigoureux, la conclusion doit bien spécifier les conditions de l'expérimentation et les limites d'application (si les expériences ne permettent pas de généraliser au-delà de l'univers de la classe ou des expériences réalisées, il est nécessaire de le préciser). Les lois scientifiques peuvent toujours être améliorées, en revanche elles doivent être rigoureuses !

Cette séquence peut être proposée en lien avec d'autres séquences, dont le cycle de l'eau ou les états de la matière. Pour vous aider, nous proposons deux ressources institutionnelles :

- <https://fondation-lamap.org/preparez-votre-classe/themes-scientifiques-premier-degre/matiere-et-materiaux/l-eau>
- <https://www.cieau.com/espace-enseignants-et-jeunes/des-soutpports-pedagogiques-a-disposition/nos-fiches-pedagogiques/>

Nous proposons ici deux séances guidées : « *Ça coule, ça flotte* » et « *L'eau a-t-elle une force cachée ?* »

Chaque enseignant(e) saura bien sûr adapter la forme, les questions de relance, mais également les prolongements et les nombreux liens transversaux qui peuvent être faits, notamment dans le domaine des mathématiques et du français.

DANS LES PROGRAMMES

Cette séquence permet d'aborder de très nombreux éléments du programme du cycle 3 (2023) de sciences, mais également le programme de français et de mathématiques, de manière transversale.

Cette séquence s'inscrit donc pleinement dans les programmes du ministère de l'Éducation nationale dans l'ensemble des domaines : domaine 1 : les langages pour penser et communiquer / Domaine 2 : les outils et les méthodes pour apprendre / Domaine 3 : la formation de la personne et du citoyen / Domaine 4 : les systèmes naturels et les systèmes techniques / Domaine 5 : les représentations du monde et de l'activité humaine.

COMPÉTENCES TRAVAILLÉES	DOMAINE DU SOCLE
<p>Pratiquer des démarches scientifiques et technologiques</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formuler une question ou un problème scientifique. • Formuler des hypothèses fondées et qui peuvent être éprouvées. • Concevoir et mettre en œuvre des expériences ou d'autres stratégies de résolution pour tester ces hypothèses. • Proposer et/ou suivre un protocole expérimental. • Participer à l'élaboration et à la conduite d'un projet. • Modéliser des phénomènes naturels. • Étudier les phénomènes naturels en mobilisant des grandeurs physiques et en réalisant des calculs. • Interpréter des résultats de façon raisonnée et en tirer des conclusions en mobilisant des arguments scientifiques. • Communiquer sur les démarches, les résultats et les choix en argumentant. 	<p>Domaine 2 Les méthodes et les outils pour apprendre</p> <p>Domaine 4 Les systèmes naturels et les systèmes techniques</p>
<p>Pratiquer des langages</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rendre compte de ses activités avec un vocabulaire précis. • Exploiter un document constitué de divers supports. • Utiliser différents modes de représentation (schéma, dessin, croquis, tableau, graphique, texte, etc.) et passer d'une représentation à une autre. • Expliquer un phénomène à l'oral et à l'écrit. 	<p>Domaine 1 Les langages pour penser et communiquer</p>
<p>Se situer dans l'espace et dans le temps</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identifier comment se construit un savoir scientifique. • Maîtriser les notions d'échelle spatiale et temporelle et en citer quelques ordres de grandeur caractéristiques. 	<p>Domaine 5 Les représentations du monde et l'activité humaine</p>

Adopter un comportement éthique et responsable

- Comprendre et expliquer des décisions collectives et responsables.
- Distinguer ce qui relève d'une croyance de ce qui constitue un savoir scientifique.

Domaine 3

La formation de la personne et du citoyen

Domaine 5

Les représentations du monde et l'activité humaine

Cette séquence peut être également réalisée au cycle 2. Il peut alors être intéressant de travailler plus spécifiquement sur les états de la matière.

Extrait des programmes du cycle 2 :

CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES ASSOCIÉES

EXEMPLES DE SITUATIONS, D'ACTIVITÉS ET DE RESSOURCES POUR L'ÉLÈVE

Identifier les trois états de la matière et observer des changements d'état
Identifier un changement d'état de l'eau dans un phénomène de la vie quotidienne

- Comparer et mesurer la température, le volume, la masse de l'eau à l'état liquide et à l'état solide.
- Reconnaître les états de l'eau et leur manifestation dans divers phénomènes naturels.
- Mettre en œuvre des expériences simples impliquant l'eau et/ou l'air.
- Quelques propriétés des solides, des liquides et des gaz.
- Les changements d'état de la matière, notamment solidification, condensation et fusion.
- Les états de l'eau (liquide, glace, vapeur d'eau).
- Existence, effet et quelques propriétés de l'air (matérialité et compressibilité de l'air).

- Observer des processus de solidification et de fusion de l'eau.
- Relier les phénomènes météorologiques observables (nuages, pluie, neige, grêle, glace) aux états liquide et solide de l'eau. Identifier l'état physique de l'eau dans différents contextes (océans, cours d'eau, glaciers, banquise, etc.).
- Mettre en mouvement différents objets avec le vent pour prendre conscience de l'existence de l'air.
- Mettre en œuvre des dispositifs simples (seringues, ballons, pompes à vélo, récipients de formes variées, etc.) visant à éprouver la matérialité de l'air.

SÉANCE 1 : Ça coule, ça flotte. Mais pourquoi ? (Entre 45 et 55 minutes)

Chaque phase de la première séance est structurée selon le principe suivant : une question, une hypothèse, une expérience, une conclusion. Cela permet une stabilité de la démarche et donc un engagement facilité pour les élèves.

→ **Objectif : comprendre pourquoi certains objets flottent et d'autres non.**

★ PHASE 1

• UNE QUESTION : « QU'EST-CE QUI FLOTTE ? »

Cette phase débute par une observation d'objets mis à disposition des élèves. Il paraît intéressant de prévoir au moins deux objets par élève : des objets en métal (vis, trombone...), des morceaux de bois (de différents types), un verre, du papier, une balle en plastique creuse, une balle en plastique pleine, un bouchon en plastique, un bouchon en liège, des morceaux de plastique (de différents types), un trombone, une boule de pâte à fixer.

• DES HYPOTHÈSES

Les élèves doivent d'abord anticiper le fait que les objets vont flotter ou non. L'enseignant(e) récolte. En groupe classe, les réponses sont inscrites dans un tableau à double entrée en demandant aux élèves d'explicitier leurs hypothèses, pourquoi ils anticipent si cela flotte ou non. Cette phase permet de porter une attention particulière à la précision du vocabulaire.

Cette liste n'est pas exhaustive et n'est donnée qu'à titre indicatif.

→ Le travail peut se faire en binôme afin de faciliter les échanges.

→ L'enseignant(e) pose la question : « Qu'est-ce qui flotte ? »

	FLOTTE	COULE	ÇA DÉPEND
Vis			
Morceau de bois 1			
Morceau de bois 2			
Verre			
Balle creuse			
Balle pleine			
Bouchon en plastique			
Bouchon en liège			
Morceau de plastique 1			
Morceau de plastique 2			
Morceau de plastique 3			
Trombone			
Pâte à fixer			



• **L'EXPÉRIENCE**

Ensuite, les élèves sont amenés à valider ou invalider leurs hypothèses. Le tableau est rempli une nouvelle fois avec une seconde couleur. Les élèves ont donc émis des hypothèses et les ont vérifiées. Ils accèdent ainsi à la démarche scientifique.

• **POINT DE VIGILANCE !**

Les hypothèses des élèves peuvent varier selon leur niveau de connaissance. En plus de la matière, les enfants peuvent émettre l'hypothèse que le poids aussi entre en jeu. L'intérêt de l'expérience proposée est donc de déstabiliser les représentations des élèves afin de construire des nouvelles connaissances. Ainsi, l'hypothèse « plus c'est léger, plus ça flotte » n'est pas compatible avec la comparaison entre le trombone qui coule et un gros morceau de bois (taille d'une brique) qui flotte. De même, l'hypothèse « le plastique, ça flotte » peut-être invalidée puisqu'il existe des plastiques différents, certains coulent, d'autres flottent. L'enseignant(e) veillera à préparer une série d'objets différents de la première qui permettront de créer la nécessité de la nouvelle connaissance construite par la suite.

• **LA CONCLUSION**

→ Il est possible prévoir la flottaison des objets en considérant le type de matière. Les matières lourdes coulent. Mais certains objets légers (trombone, par exemple) coulent également. L'explication scientifique du poids et de la matière n'est donc pas suffisante et nécessite une seconde question.

★ **PHASE 2**

Avant de commencer, une phase d'étude des objets qui étaient dans la colonne « ça dépend » semble indispensable. Les élèves sont amenés à les comparer, l'enseignant(e), avec le groupe classe, fait émerger leur point commun : ils sont tous plus ou moins creux.

• **UNE QUESTION : « COMMENT FAIRE FLOTTER DES OBJETS ? »**

L'enseignante(e) demande aux élèves de construire un objet flottant en pâte à fixer ou pâte à modeler. Cette matière a été testée sur la phase 1 et tout le monde a admis qu'une boule de cette matière coulait inévitablement.

• **UNE HYPOTHÈSE : « MON OBJET VA FLOTTER CAR... »**

Il paraît intéressant ici de faire produire aux élèves un écrit dans lequel ils vont formuler leur propre hypothèse (sur ardoise ou sur le cahier de brouillon).

→ Aucune indication de départ n'est donnée afin de permettre les essais/erreurs.

→ De manière assez instinctive, les élèves vont donner une forme plate ou de bateau à leurs objets.

• **L'EXPÉRIENCE :**

Les élèves testent leurs objets.
Cela permet de valider ou d'invalider leurs hypothèses. Le travail de l'enseignant(e) est alors de faire émerger les raisons de la validation ou de l'invalidation. Une récolte de vocabulaire spécifique au tableau peut être pertinente.

Les caractéristiques de l'ensemble des réalisations sont alors collectées et discutées. Des principes communs sont dégagés.

• **LA CONCLUSION :**

→ Une première explication peut être déduite par les élèves ou donnée par l'enseignante(e). Cette conclusion s'appuie sur la récolte du vocabulaire spécifique sur le tableau de classe (poids, pousse, flotte, coule, occupe espace...).



Afin de faire des élèves de « vrais scientifiques », cette trace écrite peut être complétée par trois schémas.

→ Schéma 1 : un objet qui coule.

→ Schéma 2 : un objet qui flotte.

→ Schéma 3 : un objet modelé qui flotte grâce à un creux, ou la présence de bords.

Proposition d'une trace écrite de cette première séance :

Certains objets coulent, d'autres flottent en fonction de leur matière ou de leur forme. Mais il est possible de faire flotter un objet construit avec une matière qui coule. Pour réussir, il faut qu'il soit creux ou qu'il ait des bords.

SÉANCE 2 : L'eau a-t-elle une force cachée ? (entre 45 et 50 minutes)

L'enseignant(e) effectue le rappel de la séance précédente, remobilise les élèves et récolte les mots utilisés ou appris. Le mot « volume » doit apparaître. Les élèves sont amenés à définir le concept de volume par : « Ça prend de la place. » L'enseignant(e) propose un étayage de la définition et, avec des questions de relance, amène le groupe classe à proposer la vérification du concept de « volume ». « Si le volume, c'est quand un objet prend de la place, si plus c'est volumineux, plus ça prend de place, alors j'ai une question pour vous ! Et pour répondre à cette question, nous devons faire une expérience ! »

→ **Objectif :** comprendre que l'eau pousse les objets.

Questionnement préalable et rappel de la séance précédente

★ **PHASE 1**

• **UNE QUESTION :** « COMMENT RÉAGIT LE NIVEAU D'EAU QUAND UN OBJET COULE AU FOND DU VERRE ? »

• **DES HYPOTHÈSES :**

Récolte des hypothèses des élèves (l'eau monte, l'eau descend, ou il ne se passe rien) et demande de justification. Cette phase peut également être effectuée en individuel par écrit.

• **L'EXPÉRIENCE :**

Un bocal translucide à moitié rempli d'eau. L'enseignant(e) marque ou fait marquer le niveau d'eau. Puis un objet qui coule y est déposé. Le nouveau niveau d'eau est inscrit avec une seconde couleur.



• **LA CONCLUSION :**

→ Le niveau d'eau monte. C'est une histoire de volume, d'espace occupé par un corps. L'objet prend de la place. Le volume d'eau déplacé est équivalent au volume de l'objet.

★ **PHASE 2 (même démarche)**

• **UNE QUESTION : « COMMENT RÉAGIT LE NIVEAU D'EAU QUAND UN OBJET FLOTTE ? »**

Afin de valider scientifiquement la démarche, il est nécessaire de bien insister sur le fait que cette expérience est réalisée avec la même boule de pâte, et donc que c'est bien la même masse, la même quantité de matière.

• **DES HYPOTHÈSES :**

Récolte des hypothèses des élèves (l'eau monte encore plus, l'eau monte au même niveau que lorsque l'objet coule, l'eau monte moins).

• **L'EXPÉRIENCE :**

L'enseignant(e) marque ou fait marquer le niveau d'eau sur le même grand bocal, puis y dispose la boule de pâte à modeler qui flotte. Le nouveau niveau d'eau est inscrit avec une troisième couleur.



• **LA CONCLUSION :**

→ Le niveau d'eau monte encore plus. L'objet prend plus de place. L'augmentation du volume de l'objet permet de le faire flotter. Pour faire flotter un objet fait dans une matière qui coule, il faut lui donner assez de volume.

★ **TRANSITION**

Ici, l'enseignant(e) introduit la dernière expérience par le questionnement des élèves : « Qu'est-ce qui empêche l'objet qui flotte de couler jusqu'au fond ? », « L'eau agit-elle dessus ? », « Si l'eau avait un pouvoir, ce serait lequel ? » Le terme « pousser » devra émerger afin de pouvoir facilement accéder à la conclusion finale.

★ **PHASE 3 : l'eau pousse vraiment !**

Une dernière expérience est proposée afin de faire découvrir, sentir et ressentir aux élèves que l'eau agit sur les objets. Et cette action peut les faire flotter, la fameuse force cachée !

Pour cette dernière phase, pas de question d'introduction, mais une expérience balisée pour voir et sentir la poussée d'Archimède avant de la nommer. Cette expérience se fera en binôme, afin que les élèves ressentent le phénomène.

1. DÉMONSTRATION

L'enseignant(e) peut montrer, tel un pas à pas, avant de laisser faire les élèves. On attache un fil élastique à une boule de pâte à fixer. En levant la boule par le fil, on sent la résistance qui augmente au fur et à mesure, et on voit le fil qui s'étire. On repose la boule et cette résistance disparaît petit à petit, le fil se détend totalement.

2. PREMIÈRE EXPÉRIMENTATION

Les élèves, par binômes, réalisent la même expérience. L'enseignant insiste sur la nécessité de ressentir la force. Il apparaît ici intéressant de recueillir au tableau les mots des élèves : sensations, ressenti, hypothèses, vocabulaire.

Il s'agit ici de bien prendre le temps de décrire l'action de la boule sur l'élastique : l'élastique s'étire, donc la boule tire dessus ; cette force qui agit, c'est le poids de la boule. L'enseignant(e) veille à bien faire formuler cette conclusion partielle.



3. SECONDE EXPÉRIMENTATION

Il est maintenant demandé aux élèves d'effectuer la même manipulation, mais cette fois-ci de mettre la boule dans un verre d'eau (en prenant son temps afin de bien ressentir la poussée !).

On constate alors qu'au moment où la boule pénètre dans l'eau, la boule semble peser moins lourd, l'élastique se raccourcit et cela, jusqu'à ce que toute la boule soit dans l'eau.

Il est alors important de prendre le temps, là encore, de bien comprendre ce qui se passe.

On peut reproduire le phénomène hors de l'eau avec la main qui soulève petit à petit la boule suspendue à l'élastique. On constate donc que dans l'eau la boule est portée, comme si une main invisible était là. C'est donc bien l'eau qui agit. C'est elle qui porte la boule et qui donne l'impression qu'elle est plus légère.

4. CONCLUSION :

→ L'eau pousse les objets immergés. On peut sentir cette poussée de l'eau sur un objet. En augmentant le volume d'un objet, l'objet déplace plus d'eau et donc une plus grande quantité d'eau repousse l'objet, la poussée devient ainsi plus grande.

C'est enfin le moment pour l'enseignant(e) de raconter la légende d'Archimède !

Ce concept n'est pas apparu au début de la séquence. L'histoire racontée ici par l'enseignant(e) fait alors réellement sens pour les élèves !

Pour l'enseignant(e) : « La poussée d'Archimède, c'est quoi ? »

L'histoire raconte qu'Archimède, un savant grec de l'Antiquité, a découvert le principe de la flottabilité des objets en prenant son bain il y a plus de 2200 ans. Eurêka ! « J'ai trouvé » ! C'est le cri que ce savant grec aurait lancé au moment où, voyant l'eau déborder quand il rentrait dans son bain, il comprit les lois qui régissent la poussée que les objets subissent quand ils sont plongés dans l'eau ou tout autre liquide.

Tout s'explique

Si on plonge un objet dans l'eau, il y prend de la place et, de ce fait, déplace de l'eau autour de lui. L'eau ainsi déplacée fait monter le niveau. Cette masse d'eau pèse alors et tend à repousser l'objet vers la surface. Plus simplement, l'eau pousse vers la surface tous les objets qui y pénètrent.

Quand un objet déplace une masse d'eau égale à sa propre masse, il flotte. S'il déplace une masse d'eau inférieure à la sienne, il coule. Ainsi la quantité d'eau déplacée dépend directement du volume de l'objet.

Si on prend l'exemple de la pâte à fixer, elle coule quand elle est en boule. En revanche, si on lui donne une forme en creux (comme une coque de bateau, par exemple), il est très probable qu'elle flotte. Et ce, parce que le volume qu'occupe la pâte à fixer dans l'eau quand elle flotte est supérieure. Ainsi plus d'eau est déplacée et par conséquent la poussée d'Archimède est plus grande.

La flottabilité d'un objet dépend donc du rapport entre son poids et son volume. On en déduit que n'importe quelle matière peut servir à construire un bateau. Il faut juste qu'il soit suffisamment creux ! D'ailleurs des Bretons ont réussi, il y a quelques années, à construire une barque en granit !